

Method of manufacturing a bicrystal cluster magnetic recording medium

Patent Number: US5733370
Publication date: 1998-03-31
Inventor(s): CHEN QIXU (US); CHEN GA-LANE (US)
Applicant(s):: SEAGATE TECHNOLOGY (US)
Requested Patent: WO9726391
Application Number: US19960586529 19960116
Priority Number(s): US19960586529 19960116
IPC Classification: C30B23/06
EC Classification: G11B5/64B, G11B5/64D, G11B5/64D3, G11B5/72
Equivalents: CN1207778, DE19681739T, GB2324099, HK1016660, JP2000503448T

Abstract

A magnetic recording medium comprising a magnetic alloy layer having a bicrystal cluster microstructure and, hence, reduced medium noise, is formed by depositing a seed layer on a glass or a glass-ceramic material substrate, oxidizing the seed layer, depositing an underlayer, such as chromium, on the oxidized seed layer, whereby the underlayer exhibits a (200) crystallographic orientation. A magnetic alloy epitaxially grown on the underlayer having a (200) crystallographic orientation exhibits a bicrystal cluster microstructure.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-503448

(P2000-503448A)

(43) 公表日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|----------------------------|------|---------------|-------------|
| G 1 1 B 5/85 | | G 1 1 B 5/85 | C |
| 5/66 | | 5/66 | |
| 5/73 | | 5/704 | |
| H 0 1 F 10/26 | | H 0 1 F 10/26 | |
| 41/18 | | 41/18 | |
| 審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 14 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願平9-525996
 (86) (22) 出願日 平成8年12月23日 (1996.12.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成10年7月16日 (1998.7.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US96/20158
 (87) 国際公開番号 WO97/26391
 (87) 国際公開日 平成9年7月24日 (1997.7.24)
 (31) 優先権主張番号 08/586, 529
 (32) 優先日 平成8年1月16日 (1996.1.16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 CN, DE, GB, JP, KR, SG

(71) 出願人 シーゲート テクノロジー, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国95067-0360 カリフォルニア州, スコッツ バレー, ディスク ドライブ 920, ビー. オー. ボックス 66360
 (72) 発明者 チェン, ガーレーン
 アメリカ合衆国94539 カリフォルニア州 フレモント, エステラ ロード 150
 (72) 発明者 チェン, キクス
 アメリカ合衆国95035 カリフォルニア州 ミルピタス, タホー ドライブ 1630
 (74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54) 【発明の名称】 双結晶クラスタ磁気記録媒体の製造方法

(57) 【要約】

双結晶クラスタ微粒組織を有する磁気合金層33を含み、従って、媒体ノイズの小さい磁気記録媒体を、ガラスまたはガラス-セラミック材料の基板30上に種層31を堆積し、この種層を酸化し、この酸化した種層上にクロムのような下層32を堆積し、それによってこの下層が結晶学的配向200を示すことによって形成する。この200の結晶学的配向を有する下層上でエピタキシャル成長した磁気合金が双結晶クラスタ微粒組織を示す。この合金の上に、カーボンとし得るオーバコート層34および潤滑剤層35を堆積する。

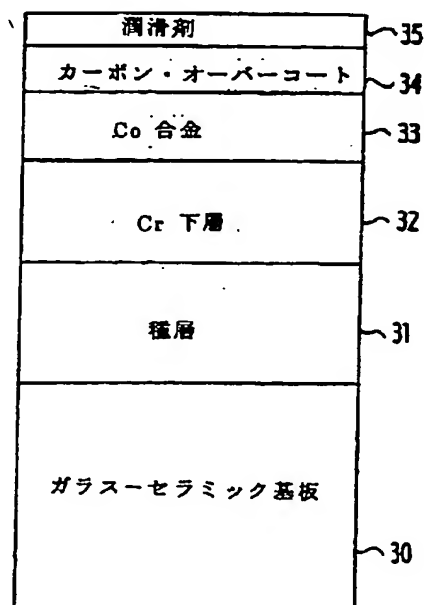


FIG. 3

【特許請求の範囲】

1. 磁気記録媒体の製造方法であって、
ガラスまたはガラスセラミック材料を含む基板上に種層を堆積する工程；
前記種層を酸化する工程；
酸化した前記種層上に下層を堆積する工程；および
前記下層上に磁性体層を堆積する工程を含み、堆積した前記磁性体層が双結晶クラスタ微粒組織を有する方法。
2. 前記磁気記録媒体が薄膜磁気記録媒体である請求項1に記載された方法。
3. 前記種層をスパッタ蒸着する工程を含む請求項1に記載された方法。
4. 前記下層をスパッタ蒸着する工程を含む請求項1に記載された方法。
5. 前記磁性体層をスパッタ蒸着する工程を含む請求項1に記載された方法。
6. 前記基板の表面平均粗さ R_a が約2Å～約100Åである請求項1に記載された方法。
7. 前記 R_a が約5Å～約20Åである請求項6に記載された方法。
8. Ni_3P 、 NiP および Ta から成るグループから選択した材料を含む種層をスパッタ蒸着する工程を含む請求項1に記載された方法。
9. 前記種層の厚さが約200Å～約2000Åである請求項8に記載された方法。
10. 前記種層の厚さが約500Åである請求項9に記載された方法。
11. 前記種層を空気、またはアルゴンと酸素の混合物の雰囲気、酸素分圧約0.1mTorr～約200Torrで酸化する工程を含む請求項1に記載された方法。
12. 前記種層を約20℃～約280℃の温度で酸化する請求項11に記載された方法。
13. 前記種層を約5秒間以上酸化する請求項12に記載された方法。
14. 前記種層を約1分まで酸化する請求項13に記載された方法。
15. 酸化が R_p-v （最高値粗さ）で約10Å～約100Åの表面粗さを誘起する請求項12に記載された方法。
16. Cr 、 CrV または $CrTi$ を含む下層を堆積する工程を含む請求項1に

記載された方法。

17. 前記下層の厚さが約100Å～約2000Åである請求項16に記載された方法。

18. 前記下層の厚さが約500Åである請求項17に記載された方法。

19. Coベースの合金を含む磁性体層を堆積する工程を含む請求項1に記載された方法。

20. 前記Coベースの合金をCoCr、CoCrTa、CoNiCr、CoCrPtTa、CoCrPt、CoNiPt、CoNiCrPtおよびCoCrPtBから成るグループから選択する請求項19に記載された方法。

21. 前記Coベース磁気合金の厚さが約100Å～約1000Åである請求項20に記載された方法。

22. 前記Coベース磁気合金の厚さが約200Å～約500Åである請求項21に記載された方法。

23. 更に、前記磁性体層上にオーバコートを、約50Å～約300Å、堆積する工程を含む請求項1に記載された方法。

24. 前記オーバコートの厚さが約100Å～約200Åである請求項23に記載された方法。

25. 前記オーバコートがカーボン、SiC、ZrO₂、またはCNを含む請求項23に記載された方法。

26. 更に、前記オーバコート上に、約5Å～約50Åの厚さの潤滑剤を堆積する工程4を含む請求項23に記載された方法。

27. 前記潤滑剤の厚さが約10Å～約20Åである請求項26に記載された方法。

【発明の詳細な説明】

双結晶クラスタ磁気記録媒体の製造方法

技術分野

本発明は、薄膜磁気記録ディスクのような、磁気記録媒体の製造方法に関する。本発明は、特に、低ノイズ、高密度磁気記録媒体の製造に適用可能である。

背景技術

高面記録密度に対する要求が、保磁性、残留磁気方形性、低媒体ノイズおよび狭トラック記録性能に関して薄膜磁気記録媒体に益々大きい要求を課している。そのような過酷な要求を満たす磁気記録媒体、特に縦記録用の高密度磁気リジッドディスク媒体を作ることは非常に困難である。

線記録密度は、磁気記録媒体の保磁性を増すことによって増すことができる。しかし、この目的は、例えば非常に微細な磁氣的に非結合の粒子を維持することによって、媒体ノイズを増すことでしか達成できない。媒体ノイズは、高密度磁気ハードディスクドライブの記録密度の増加を制限する最も有力な要因である。薄膜の媒体ノイズは、主として不均質な粒子サイズおよび粒間交換カップリングの結果である。従って、線密度を増すためには、適当な微粒組織制御によって媒体ノイズを最小にしなければならない。

従来の縦記録ディスク媒体は、図1に模式的に示し、典型的には、非晶質ニッケルリン(NiP)の層をメッキしたアルミニウム-マグネシウム(Al-Mg)合金のような、アルミニウム(Al)合金である基板10を含む。基板10は、一般的に、その上に順次堆積したクロム(Cr)下層11、コバルト(Co)ベース合金の磁性体層12、保護カーボン・オーバーコート13および潤滑剤14を含む。Cr下層11、Coベース合金の磁性体層12、および保護カーボン・オーバーコート13は、典型的には、スパッタリング技術によって蒸着する。このCoベース合金の磁性体層は、典型的には、多結晶Cr下層上にエピタキシャル成長した多結晶子を含む。

従来のAl合金基板のNiPメッキは、主としてAl合金基板の硬度を増し、それによって、必要な表面粗さまたは表面組織を得るために研磨するに適した表

面を作るために行う。NiP被膜は、典型的には、無電解メッキによって約15ミクロンの厚さに付ける。

ヴェルナー等（米国特許第4,900,397号）は、従来のAl合金基板のNiP被膜上の表面堆積物を除去するために高周波（RF）スパッタエッチングを使い、続けて、Cr下層の密着性を改善するために酸化することを提案した。デルナー等（米国特許第5,302,434号）は、超研磨した非集合組織のNiP被覆基板上に高保磁性を得ることが困難であることを知り、保磁性を向上するために、空气中で焼鈍してNiPメッキの表面にニッケル酸化物膜を作ること提案した。この研磨したNiP層の滑らかな表面は、その後の層を通して維持された。このニッケル酸化物膜は、下層および磁性体層の結晶学的配向を変えることによって、変調を減らすとも言われる。

ガラス、例えば、非晶質ガラス、および非晶質材料と結晶質材料の混合物を含むガラス-セラミック材料のような、その他の基板材料が使われている。ガラス-セラミック材料は、通常結晶質の表面を示さない。ガラスおよびガラス-セラミックは、一般的に高い耐衝撃性を示す。ガラス-セラミック材料のような、ガラスベースの材料を使うことは、フーバ等（米国特許第5,273,834号）によって開示されている。

双結晶クラスタ微粒組織を示す磁性膜は、高保磁性、低ノイズ、および高残留磁気方形性が期待できるので、最近の研究対象である。しかし、双結晶クラスタ磁性膜は、商業的に実現可能であることが証明されていない。ワング等（IEEE会報、磁気、MAG-27、p. 4733、1991年）、ミルマザー二等（ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス、69、p. 5169、1991年）、ディングおよびズー（IEEE会報、磁気、MAG-30、p. 3975、1994年）およびフタモト等（IEEE会報、磁気、MAG-30、p. 3975、1994年）は、単結晶基板上に双結晶媒体を首尾よく作った。イーおよびズーは、双結晶構造をシミュレートするためにコンピュータを使った（ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス、75、p. 6135、1994年）。しかし、イーおよびズーのコンピュータで創った理想的微粒組織に対応す

る実際の双結晶クラスタ媒体の生産は分かりにくかった。

双結晶クラスタ構造は、ノーラン等（ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス、73、p. 5566、1993年）、ベング等（JA-01、インターマグ会議、サンアントニオ、米国テキサス州、1995年4月）およびホソエ等（JA-02、インターマグ会議、サンアントニオ、米国テキサス州、1995年4月）によって、NiP被覆したAl基板上に堆積したCr/Co合金に作られた。ディング等、“GaAs基板上の双結晶ディスクの製造と記録性能”、日本磁気学会雑誌、第18巻、補遺、S1号（1994年）およびディング等、“双結晶薄膜媒体の記録およびトラック縁特性についての実験的研究”、IEEE会報、磁気、MAG-31、p. 2827、1995年も参照。しかし、双結晶クラスタ微粒組織を含む磁気記録媒体は、おそらく単結晶基板が高価で、生産要件が複雑であるために、市場で実際的な有用性を何も達成していない。

同時係属中の米国特許出願第08/586,571号に、ガラスまたはガラス-セラミック基板を含み、(200)の結晶学的配向を有する下層上にエピタキシャル成長した双結晶クラスタ微粒組織を有する磁気合金層に起因する媒体ノイズのかなりの減少を示す磁気記録媒体が開示されている。この(200)の配向の形成は、ガラスまたはガラス-セラミック基板上に種層を堆積することによって達成した。一つの実施例では、この種層の表面を粗面化した。

低媒体ノイズ且つ高保磁性で、双結晶クラスタ媒体を有する磁気合金層を含み、商業上の用途に適した、縦記録用磁気リジッドディスク媒体をコスト効果よく効率的な方法で製造する方法に対する需要がある。

発明の開示

本発明の目的は、低ノイズ且つ高保磁性を示す薄膜磁気記録媒体を製造する方法である。

本発明のもう一つの目的は、双結晶クラスタ微粒組織を有する磁性体層を含む、薄膜磁気記録媒体を製造する方法である。

本発明の付加的な目的、利点およびその他の特徴は、一部以下の説明に示し、一部は以下を調べれば当業者に明白になり、またはこの発明の実施によって知得できよう。本発明の目的および利点は、特に添付の請求項に指摘するように認識さ

れ、達成されるだろう。

本発明によれば、上記およびその他の目的が、磁気記録媒体の製造方法であって：ガラスまたはガラス—セラミック材料を含む基板の上に種層を堆積する工程；該種層を酸化する工程；該酸化した種層上に下層を堆積する工程；および該下層上に磁性体層を堆積する工程を含み、該堆積した磁性体層が双結晶クラスタ微粒組織を有する方法によって一部達成される。

本発明の付加的目的および利点は、本発明を実施するために考えた最善の態様を単に説明するために例示する、本発明の実施例で当業者に容易に明白となろう。本発明は、他の異なる実施例が可能であり、その幾つかの詳細は、種々の明白な点で、全て本発明から逸脱することなく修正が可能であることが理解されるであろう。従って、これらの図面および説明は、性質上、例示的なものであって、限定的なものではないと見なすべきである。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の磁気記録媒体構造を模式的に描く。

図 2 は、本発明によって生産した双結晶クラスタ微粒組織を模式的に描く。

図 3 は、本発明の実施例によって製造した磁気記録媒体構造を模式的に描く。

図 4 は、本発明の実施例による処理順序を示す。

発明の説明

ここに参考文献としてその全開示を援用する、同時係属中の米国特許出願第 08/586, 571 号に開示した磁気記録媒体は、図 2 に示すような双結晶クラスタ微粒組織を示す磁気合金層の形成により、劇的な媒体ノイズの減少を示す。続けて図 2 を参照して、双結晶クラスタ微粒組織 22 を有するコバルト (Co) ベースの合金を、(200) の結晶学的集合組織または配向を示す Cr 下層 20 上に作る。矢印 23 は、堆積した Co ベース合金微粒組織の C 軸を示す。(200) の結晶学的配向を示す下層の形成が、その上にエピタキシャル成長した磁気合金層に双結晶クラスタ微粒組織を得ることを可能にする。

同時係属中の米国特許出願第 08/586, 571 号に開示した、改良した磁気記録媒体は、図 3 に示し、上に種層 31 を有する、ガラスまたはガラス—セラミック材料のような、基板 30 を含む。この種層は、Ni₃P、NiP またはタ

ンタル (Ta) のような材料を含むことができる。Cr のような下層 32 をこの種層の上に作り、Co ベース合金のような磁気合金層 33 をその上に堆積し、エピタキシャル成長させる。従来の磁気記録媒体のように、カーボンのようなオーバコート 34 および潤滑剤 35 をこの磁気合金層の上に順次堆積する。種層 31 は、その上に堆積した下層に (200) の結晶学的配向を示させ、次にそれがその上に堆積し、エピタキシャル成長した磁気合金層に双結晶クラスタ微粒組織を示させる。開示した実施例の幾つかで、この種層は、Cr 下層が (200) の結晶学的配向を示すように好適な整列をするのを容易にするために粗面化した表面を備える。開示した実施例の一つでは、この種層を酸化して粗面化した表面を得る。

本発明は、低媒体ノイズおよび高保磁性を示し、双結晶クラスタ微粒組織を有する磁気合金層を含む磁気記録媒体を製造する方法を対象とする。得られた磁気記録媒体は、図 3 に示すように表面酸化した種層 31 を含む。本発明によれば、堆積後にこの種層を酸化して適当な表面組織を得、それによって後に堆積する、Cr のような下層が好適な (200) の結晶学的配向を示す。下層に (200) の結晶学的組織を作ると、その上に堆積し、エピタキシャル成長した、Co ベース合金のような、磁気合金が、図 2 に示すように、双結晶クラスタ微粒組織を示す。

本発明の実施例では、この種層、下層およびオーバコートをインラインスパッタリング機でスパッタ蒸着し、都合のよいことに、その機械でこの種層を酸化する。それで、従来のスパッタリングシステムを、とりわけ、堆積した種層を酸化するための手段を含むように修正することによって、本発明を実施することができる。この様にして、結果として低ノイズの磁気記録媒体を、既存の製造手順若しくは装置を実質的に変更することなく、または複雑な新しい装置を入手する必要なく、効率的方法で生産することができる。

本プロセスに使用する基板は、ガラスまたはガラス-セラミック材料を含むことができる。種層は、 Ni_3P 、NiP または Ta を含むことができ、約 200 Å ~ 約 2000 Å、例えば約 500 Å の厚さにスパッタ蒸着することができる。

下層は、Cr、クロム-バナジウム合金 (CrV) またはクロム-チタニウム

合金 (CrTi) を含むことができ、約100Å～約2000Å、例えば約500Åの厚さにスパッタ蒸着することができる。下層上に堆積した磁性体層は、コバルトベースの合金のような、磁気記録媒体に使用するに適したどんな磁気合金も含むことができる。例えば、このコバルトベースの合金は、コバルトクロム合金 (CoCr)、コバルトクロムタンタル合金 (CoCrTa)、コバルトニッケルクロム合金 (CoNiCr)、コバルトクロムプラチナタンタル合金 (CoCrPtTa)、コバルトクロムプラチナ合金 (CoCrPt)、コバルトニッケルプラチナ合金 (CoNiPt)、コバルトニッケルクロムプラチナ合金 (CoNiCrPt) またはコバルトクロムプラチナニオブ合金 (CoCrPtB) でもよい。この磁気合金は、例えば、約100Å～約1000Å、約200Å～約500Åのような任意の都合のよい厚さに堆積することができる。

保護オーバーコートは、この磁気合金層の上に、例えばスパッタ蒸着によって、堆積することができる。この保護オーバーコートは、カーボン、シリコンカーバイド (SiC)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、または窒化カーボン (CN) を含むことができる。この保護オーバーコートは、下層の必要な保護をするに十分な厚さに堆積することができる。約50Å～約300Å、例えば約100Å～約200Åの厚さが適当であることが判った。潤滑剤をこの保護オーバーコートに、約5Å～約50Å、例えば約10Å～約20Åの厚さに付けることができる。

本発明の実施例では、種層の酸化を、酸化室を有するインラインスパッタリングシステムで都合よく実施する。この下層、磁気合金層およびオーバーコートは、従来の方法でスパッタ蒸着することができる。それで、本発明は、ガラスまたはガラスセラミック基板上に双結晶クラスタ微粒組織を有する磁性体層を含む磁気記録媒体を効率的且つコスト効果のよい方法で製造できるようにする。

本発明の実施例による処理順序を図4に模式的に示す。続けて図4を参照して、基板をインラインスパッタリングシステムの第1段階で装填し、第2段階で加熱し、第3段階でその上に種層をスパッタ蒸着する。この種層を堆積してから、第4段階で酸化処理を行う。次に、第5段階で加熱を行い、第6段階でCr下層を堆積する。このCr下層は、(200)の結晶学的配向を示し、それが第7段

階

でその上に堆積するC oベースの合金に双結晶クラスタ微粒組織を示させる。第8段階で保護カーボン・オーバコートを堆積し、出来た磁気記録媒体を第9段階で取出す。この方法は、例えば、先の基板を加熱するために第2段階へ移してから、もう一つの基板を装填することによって、連続的に行うことができる。その上、複数の基板を各段階で同時に処理することができる。

図4に描く実施例による酸化処理の順序を以下に示す。

時点1：酸化室の入口ドアを開き、アルゴンガスをこの酸化室に供給する。

時点2：一つ以上の基板が酸化室に到着する。

時点3：酸化室のドアを閉じる。

時点4：酸化室へのアルゴンの流れを止める。

時点5：酸化室を排気する。

時点6：酸化ガスを酸化室に導入する。

時点7：酸化室の中で酸化処理を行う。

時点8：酸化室の中への酸化ガスの導入を止める。

時点9：酸化室を排気する。

時点10：酸化室にアルゴンを導入する。

時点11：酸化室の出口ドアを開く。

時点12：酸化した種層を含む基板を加熱するために次の室へ移す。

時点13：酸化室の出口ドアを閉じる。

時点14：酸化室の入口ドアを開き、一つ以上の新しい基板が到着する。

酸化処理のために使うガスは、何れかの便利な酸化ガス、例えば、空気、酸素、または酸素とアルゴンの混合物を含むことができる。適する温度および時間は、特定の場合に最適化できる。適切な条件には、酸素分圧約0.1 mTorr～約200 Torrで5秒間以上に対し、温度約20℃～約280℃、例えば、約50℃～約250℃がある。本発明の実施例では、酸化処理を、20容量%の酸素を含み、残りがアルゴンのガス状雰囲気、温度約100℃、圧力約10 mTorrで約1分間行う。

本発明は、ここに例示した、操作可能な段階の特定の順序または酸化条件に限定されない。本発明によれば、双結晶クラスタ微粒組織を示す磁性体層を含み、

結果として媒体ノイズのかなり減少を伴う磁気記録媒体を製造する方法が提供される。本発明によれば、127KFCI（インチ（25.4mm）当り1000磁束反転）で測定してSN比が20dBを超える磁気記録媒体を含む、SN比が15dBを超える磁気記録媒体を生産することができる。本発明は、種々の種類の磁気記録媒体、特に縦記録用薄膜ハードディスクドライブのような、高密度記録媒体の生産に適用可能である。

本発明のある実施例に過ぎないが、その多用途性の幾つかの例を本開示で図示し、説明した。本発明は、種々の他の組合せおよび環境で使用可能であり、ここで説明した本発明の概念の範囲内で変更または修正することが可能であることを理解すべきである。

【図1】

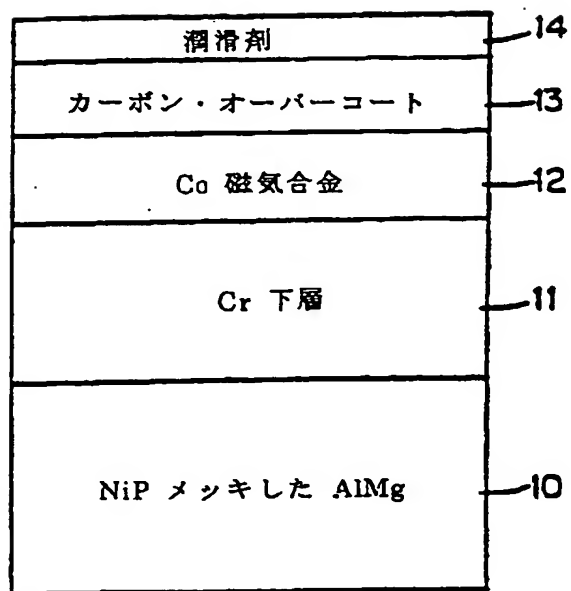


FIG. 1

従来技術

【図2】

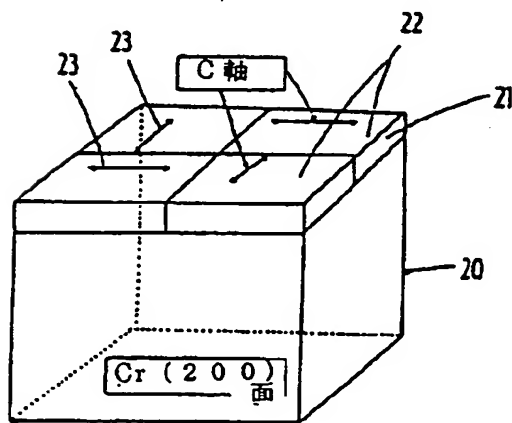
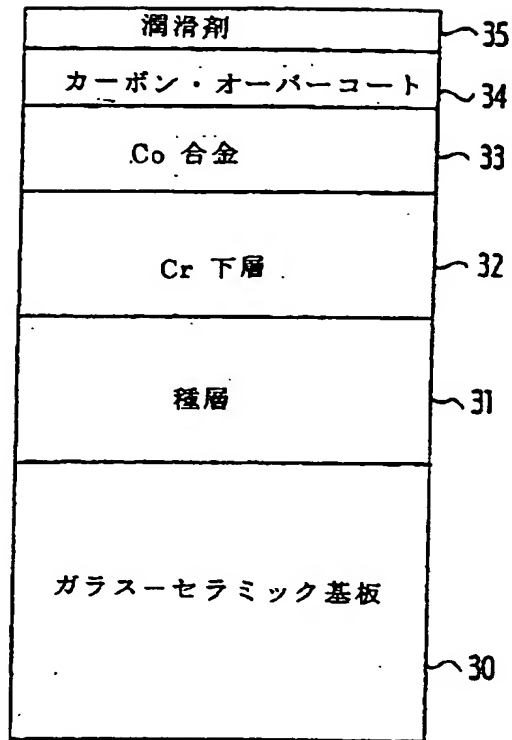
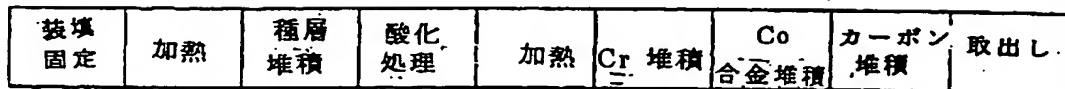


FIG. 2

【図3】

**FIG. 3**

【図4】

**FIG. 4**

W 0139-01

(14)

特表2000-50344

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. application No.
PCT/US96/20158

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : C30B 23/02, 23/08, 29/10 US CL : 117/ 105, 108, 939; 204/192.2, 192.31 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
|---|---|---|
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 117/ 105, 108, 939; 204/192.2, 192.31 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS, CAS ONLINE search terms: bicrystal, magnet, not superconduct | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | US 5,273,834 A (HOOVER et al.) 28 December 1993, col. 2 lines 5 to 65. | 1-27 |
| A | US 4,900,397 A (WERNER et al.) 13 February 1990. | |
| Y | US 5,302,434 A (DOERNER et al.) 12 April 1994, col. 4 lines 1-65. | 1-27 |
| Y | HOSOE et al., Bicrystal Cluster Structure and Magnetic Properties of CoCrTa/Cr Thin Film Media, IEEE April 1995, page JA-02 | 1-27 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 21 FEBRUARY 1997 | | Date of mailing of the international search report 08 MAY 1997 |
| Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230 | | Authorized officer ROBERT KUNEMUND Telephone No. (703) 308-0661 |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)*